

## チャールズ・バベッジと解析協会 (Analytical Society)

神戸大学大学院総合人間科学研究科 野村 恒彦 (Tsunehiko Nomura)  
Graduate School of Cultural Studies and Human Science  
Kobe University

### 1 はじめに

チャールズ・バベッジ (Charles Babbage) は 1791 年 12 月 26 日にロンドンで生まれ、1871 年 10 月 18 日に 79 歳で死去した。バベッジの生涯は、階差エンジン (Difference Engine) と解析エンジン (Analytical Engine) の設計製作に費やされたと言っても過言ではないが、その生涯には数学が大きな位置を占めている。それは、数学教授としては最高の名誉をもつケンブリッジ大学のルーカス教授職の地位を得たことから、容易に確かめることができる。しかし、彼は階差エンジンの製作に専念することを望み、結局その地位を活かすことはなかった。銀行家を父に持っているという恵まれた家庭環境に生まれた彼は、数学は家庭教師により教育を受け、1810 年ケンブリッジ大学のトリニティ・カレッジに入学した。バベッジは大学入学以前に独自で大陸の数学書を読み、大学入学時には既に解析学に通じていた。数学者としてのバベッジの最初の活動は、ケンブリッジ大学時代において有能な友人たちと大陸の数学 (解析学) を導入することを目的として組織した、解析協会 (Analytical Society) の設立であった。

本稿では 19 世紀英国の数学者であるチャールズ・バベッジと彼がケンブリッジ大学時代に友人たちと設立した解析協会の活動を通じて、英国への解析学の導入や受容について考えてみたい。また、本稿に関して重要な先行研究としては、ダビー (参考文献 [14]) とエンロス (参考文献 [15]) のものがある。

### 2 19 世紀英国数学の状況

非常に数多くの文献が、18 世紀英国数学は停滞状況にあったことを指摘している\*<sup>1</sup>。確かに大陸の数学 (解析学) の発展に比して、19 世紀初期の英国の数学は停滞状況にあり、それはダビーが著作で述べている次のような対比でも理解することができる\*<sup>2</sup>。

フランス	英国
ラグランジュ	アイヴォリー
ラプラス	ウッドハウス
ルジェンドル	モルガン
コーシー	ハーシェル
フーリエ	バベッジ
ポアソン	ベイリー
モンジュ	ヒューエル
ボンズレ	ピーコック

表 2.1 19 世紀初頭におけるフランスと英国の数学者

\*<sup>1</sup> 例えば、H. W. Becher, "Woodhouse, Babbage, Peacock, and Modern Algebra", *Historia Mathematica*, 7, 1980, p.394

\*<sup>2</sup> J. M. Dubbey, *The Mathematical Works of Charles Babbage* (Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2004), p.10

しかし、この数学の停滞は主にイングランドを指すものであり、スコットランドにおいては独自に大陸の数学を導入しようとしていたことに注意する必要がある\*3。一方、大陸特にフランスにおける数学の発展の要因は科学の専門職業化であり、科学者を十分な報酬で報いたこと、科学教育、科学者に社会的に荣誉ある地位を与えたことの3つの要素が指摘されている\*4。

英国に目を戻すと、英国において大陸の解析学の本格的導入が遅れた最大の理由として、多くの文献がニュートンの流率法の影響をあげている\*5。しかし、それ以外に次のようなことも指摘されていることに注意しておく必要がある\*6。

- (1) 大学の教育は紳士としての教育 (Liberal Education) が重要なものであるとの認識が強かった。
- (2) ケンブリッジにおいては数学は、一般教育の理想の中で、精神の理性の力を鍛えるために、大学における知的教育の目的の重要な考え方として価値があった。
- (3) 大学は数学者の養成機関ではないという認識があった。

ケンブリッジ大学においてもその例外ではなく大陸数学の導入が遅れていたが、その原因の一つとして学内試験があげられる。それは、英国の伝統的な記号法で出題されるため、学生はそれを熱心に学ばねばならなかったからである\*7。そのような中でも、ケンブリッジ大学で大陸数学に関心を示す人もいたが、そのうちの一人がロバート・ウッドハウス (Robert Woodhouse) である。

ウッドハウスは1773年に生まれ、1790年にケンブリッジ大学に入学した。1798年に修士号を取得後、1820年から1822年までケンブリッジ大学のルーカス教授を勤めた。その後、1827年に死去するまでブルミアン天文学教授の地位にあった。彼の著作は表 3.2 のとおりである。

年	題名
1803	<i>Principles of Analytical Calculation</i>
1809	<i>A Treatise on Plane and Spherical Trigonometry</i>
1810	<i>A Treatise on Isopermetrical Problems and the Calculus of Variations</i>
1812	<i>Treatise on Astronomy</i>
1818	<i>Physical Astronomy</i>

表 2.2 ウッドハウスの著作

ウッドハウスが就いていたルーカス教授職については、タートン (Thomas Turton) がその地位を継ぎ、その後 1826 年に就任したのはエアリー (Sir George Airy) である。この 1826 年のルーカス教授の選考にはバベッジも立候補しており、事実上この 2 人の間で教授職が争われた。その選考をめぐってバベッジとエアリーの間には確執を生じることとなり、階差エンジン製作の挫折を始め後のバベッジの生涯に大きな影響を及ぼすこととなる\*8。後にエアリーがブルミアン天文学教授となったため空席となったルーカス教授職を継いだのがバベッジである。

\*3 三浦伸夫, 「カーライルと数学— 19 世紀初頭のスコットランド数学の状況—」, 『国際文化学研究』18 号, 神戸大学国際文化学部, 2002, p.102

\*4 佐々木力, 『科学革命の歴史構造 (上)』, 講談社学術文庫, 1995, pp.376-7

\*5 例えば, 新戸雅章『バベッジのコンピュータ』, 筑摩書房, 1996, p.46-7

\*6 P. C. Enros, *Analytical Society: Mathematics at Cambridge University in Early Nineteenth Century* (Toronto: Univ. of Toronto, 1979), p.108, p.244, p.250

\*7 Enros, *op. cit.*, p.259

\*8 M. Moseley, *Irascible Genius A Life of Charles Babbage, Inventor* (London: Hutchinson, 1964), p.107

ウッドハウスは著作においては大陸の解析学の記号法を導入したが、卒業試験である Senate House Examination の試験官であったにもかかわらず、試験には大陸の記号法の導入は行わなかったとエンロスは指摘している\*9。しかし、1803年に刊行されたウッドハウスの *Principles of Analytical Calculation* は非常に重要な著作であり、この著作によってバベッジやピーコックを始め多くのケンブリッジ大学の学生たちが影響を受けたとされている\*10。

ダビーによれば、*Principles of Analytical Calculation* の序文でウッドハウスは次の4つの重要な点を指摘していると述べている\*11

- (1) 18世紀を通じて英国の微積分学の基礎であった流率法を攻撃していること
- (2) 「シフトされた仮説」についてのパークリーの論点を採りあげ、微積分学を確立するために極限を用いてその論点をいろいろな試みに適用したこと
- (3) 精密な吟味による関数のテイラー展開の係数から、関数の連続的な導関数を定義するラグランジュの公式的な試みを分析したこと
- (4) ニュートンの流率法の記号のかわりに、全編を通じてライプニッツの微分法の記号を使ったこと

(2)について、ダビーは次のような説明を加えている。それは、哲学者であるパークリー (George Berkely) が1734年に *The Analyst* という小冊子を出版し、その中でニュートンが残した微積分学の非論理的で非数学的な基礎を徹底的に指摘したというものである\*12。パークリーは無限小という概念に疑問を呈したことが知られており\*13、このダビーの言う「シフトされた仮説」とはその無限小概念と考えられる。

以上の4つのウッドハウスが提示した論点に着目すれば、ベッカーが指摘しているとおり、当時学部生であったバベッジたちに大きな影響を与えたのは議論の余地のないところであろう。そしてダビーは続いて次のように述べて、解析協会の位置付けを行っている\*14。

19世紀初頭の英国数学のすべての水準において、弱点、動機付けの欠如、その性質や可能性への誤解があったのは明らかである。特に英国への微積分学の記号の導入という点で、私が今詳細に彼らの活動を考えている解析協会においてバベッジが大きな役割を果たしたのと同じように、この時代における改革の大きな道具立ては解析協会であった。

ここでダビーが位置付けているように、解析協会の活動は英国における解析学導入の流れの一部ではあったが、その活動は大きなうねりとなって役割を果たしたと言える。次節ではその解析協会について、設立の経緯、構成員及び活動について見ていくことにする。

### 3 解析協会

英国における解析学の受容について考えるには、「英国への解析学の導入」と「英国での解析学の受容 (発展)」の2つの視点が必要である。この2つの視点における具体的な内容としては、「解析学の導入」については大陸数学関係の著作の翻訳であり、「解析学の受容」については英国における教科書や学内試験といったことが考えられる。しかしここでは、まず「英国への解析学の導入」に大きな役割を果たした解析協会につい

\*9 Enros, *op. cit.*, p.215

\*10 Becher, *op. cit.*, p.390

\*11 Dubbey, *op. cit.*, pp.26-8

\*12 Dubbey, *op. cit.*, p.13

\*13 V. J. カッツ, 『数学の歴史』, 上野健爾・三浦伸夫監訳, 共立出版, 2005, pp.658-60

\*14 Dubbey, *Ibid.*, p.28

て、その設立の経緯から見ていきたい。

### (1) 協会設立の経緯

英国の数学が大陸に比し遅れをとっており、発展が著しい大陸数学を導入しようとして解析協会設立が企てられたのは、既に述べたとおりである。

バベッジはケンブリッジ大学に入学する以前から大陸における解析学の書物に親しんでおり、また独学の結果により相当な知識を得ていた。従って、彼は大学での講義に不満を持っていた<sup>\*15</sup>。そしてさらに、大学においてニュートン以来の流率法を学ぶことが要求されることへの不満が組み合わさり、これらが解析協会設立の大きな動機付けになったのは間違いない。

以上のことから、まず記号法についての改革から始めようとしたバベッジたちの運動は容易に理解することができる。バベッジによれば、大陸数学の表記法の導入について当時聖書改革運動がケンブリッジで盛んだったため、その運動にちなんで彼らの活動をドットイズム（ニュートンの記号法）から  $d$  イズム（大陸（ライブニッツ等）の表記法）への移行と位置付けている<sup>\*16</sup>。もちろん、大陸における記号法の導入だけがすべてではないが、バベッジ自身が述べているところでは、今述べたようなバベッジの主張を友人のプロムヘッドが評価し、協会設立のきっかけとなったとしている<sup>\*17</sup>。

### (2) 構成員

エンロスによれば、解析協会は最初チャールズ・バベッジ (Charles Babbage)、ジョージ・ピーコック (George Peacock)、マイケル・スレッジ (Michael Slegg)、リチャード・ガトキン (Richard Gwatkin)、ジョン・ハーシェル (John Herschel)、ジョン・ホイティカー (John Whittaker)、ヘンリー・ウィルキンソン (Henry Wilkinson)、エドワード・プロムヘッド (Edward Bromhead) のメンバーにより構成され、後には異動があったと報告されている<sup>\*18</sup>。一方バベッジの自伝によれば、最初の会議の出席者はバベッジ、ハーシェル、ピーコックの他に、アレキサンダー・ダーブレイ (Alexander D'Arbly)、エドワード・ライアン (Edward Ryan)、トマス・ロビンソン (Thomas Robinson)、フレデリック・モール (Frederick Maule) 他数人と記述がなされている<sup>\*19</sup>。

この相違はエンロスは、最初の会議以前の解析協会設立のメンバーを記しているのに対し、バベッジは協会最初の会議の出席者を記述している点にある。その他バベッジの記憶違いもある<sup>\*20</sup>。しかし、協会の中心的人物はバベッジ、ピーコック、ハーセルの3人である。

### (3) 協会の活動

ダビーによれば解析協会の活動として、次の3つの書物の刊行したことがあげられている<sup>\*21</sup>。

(1) 『解析協会論文集』 (*Memoir of Analytical Society*)

(2) ラクロアによって書かれた『初等微分積分学』 *Sur le calcul différentiel et intégral* の仏語から翻訳

(3) 関数方程式における例題集 (*Examples of the Solutions of Functional Equations*)

活動の第一に掲げられている『解析協会論文集』 (*Memoir of Analytical Society*) は 1813 年に刊行され

<sup>\*15</sup> Ch. Babbage, *Passage from the Life of Philosopher* (London: William Pickering, 1994), p.19

<sup>\*16</sup> Babbage, *Ibid.*, p.21

<sup>\*17</sup> Babbage, *Ibid.*, p.20

<sup>\*18</sup> Enros, *op. cit.*, pp.103-4

<sup>\*19</sup> Babbage, *op. cit.*, p.21

<sup>\*20</sup> Enros, *op. cit.*, p.104

<sup>\*21</sup> Dubbey, *op. cit.*, p.33

た\*22。この論文集は、バベッジの序文・論文とハーシェルの2編の論文から成っている。バベッジによる序文は大陸における解析学の歴史を詳細に記述したものである。また、同じバベッジによる論文“On Continued Products”は、著者が他の論文でも数多く論じている関数の解析がテーマである。

一方、ハーシェルが執筆した論文は“On Trigonometrical Series; Particularly Those Whose Terms are Multiplied by the Tangents, Co-Tangents, Secants &c. of Quantities in Arithmetic Progression; Together with Some Singular Transformation”と“On Equations of Differences and Their Application to the Determination of Functions from Given Conditions”の2編である。

ダビーはこれらの論文は、当時として非常に質の高いものであると評価している。しかし、論文集の中で最も興味深いものとしてバベッジによる序文を掲げ次のように述べている\*23。

これは数学について、それが書かれた時期までの歴史的探求の論文である。少なくとも35人の著名な数学者の業績が引用及び権威をもってコメントされていることと、2人の学部生と彼らの友人たちの異常な深い読解を示す事実は注目すべきことである。

そして、序文にある「フェルマーによって発見され、ニュートンによって解析的にされ、力強く理解しやすい記号を用いてライプニッツにより豊かにされて、新しい微積分学は高遠な目的に到達するであろうことは現在見る事ができる。しかし、この国の土壌はその育成には友好的ではなく、すぐにしおれて無視の中にほとんど消えている。そして私たちは今異国からほぼ1世紀の他国の発展を再度輸入しなければならない。またそれを再度私たちの土着のものにしなければならない。\*24」との言及に、ダビーは次のように述べている\*25。

これはニュートンとライプニッツの不毛な議論から考えると大きな進歩である。そして著者たちは、英国数学にとってニュートンの微積分学を発展させることからの拡散が1世紀の後退を結果として招いたことを正しく指摘している。

もう一つの活動は、大陸の数学の教科書であるラクロア (Silvestre Lacroix) の解析学の書物『初等微積分学』*Sur le calcul différentiel et intégral* を仏語から翻訳することであった。ラクロアの著書は、バベッジがケンブリッジ大学へ入学する直前に入手し解析学の知識を得た書物であり、またフランスでは微積分学の教科書として有名でもあり、翻訳するには適切な書物であったと言えよう。この翻訳は、1816年にバベッジ、ハーシェル、ピーコックの共訳として出版された\*26。

解析協会の活動期間に目を向けると、エンロスによれば、解析協会の活動期間は1812年から1813年としているが\*27、ダビーの著作では1817年12月20日の会議録が紹介されており\*28、食い違いが見受けられる。しかし会議録が残されている以上、解析協会は少なくともこの時点までは活動を行っていたものと考えられる。さらにダビーは、解析協会のこれ以降の活動は見出すことができず、また論文集も出版されなかったことと、ケンブリッジ哲学会 (Cambridge Philosophical Society \*29) が設立されたことにより、その役目を終

\*22 Ch. Babbage, J. F. W. Herschel, *Memoir of Analytical Society* (Cambridge, 1813)

\*23 Dubbey, *op. cit.*, p.33

\*24 Babbage, Herschel, *op. cit.*, iv

\*25 Dubbey, *op. cit.*, p.34

\*26 S. F. Lacroix, Trans. by Ch. Babbage, J. F. W. Herschel & G. Peacock *An Elementary Treatise on the Differential and Integral Calculus* (Cambridge: J. Deighton and Sons, 1816)

\*27 Enros, *op. cit.*, p.259

\*28 Dubbey, *op. cit.*, p.48

\*29 1819年にバベッジを含め彼の友人たちにより設立された。A. Hyman, *Charles Babbage: Pioneer of the Computer* (Princeton: Princeton Univ. Press, 1982), p.44-5

えたと結論づけている\*30。以上のことから考えると、解析協会の活動期間は1812年から1817年とするのが妥当であろう。

ダビーが解析協会の活動の第3番目に「関数方程式における例題集」(*Examples of the Solutions of Functional Equations*)\*31を掲げていることは前述したとおりである。しかし、この「例題集」は確かにバベッジ、ハーシェル、ピーコックの3人の共著となっているが、1820年の刊行であり、先程述べたように1817年を活動の終期と捉えれば、解析協会の活動に含めるには時期が離れすぎているのではないかと考えた。従って、解析協会の成果としては『解析協会論文集』及びラクロアの著作の翻訳『初等微分積分学』の2つに限るのが妥当であるとする。

もう一つバベッジやハーシェルらによって明らかになったことは、英国における「科学の制度化」の未熟さである。エンロス、その論文の中で次のように職業意識(Professionalism)について述べている\*32

数学は19世紀初期の英国では現代で意味するような職業ではなかった。そして、当時ではそうならなかった。しかし、例えばバベッジやハーシェルのような特定の改革者のうちのある人々は数学が職業になるということを期待していた。この職業化への自身の目覚めもしくは要望は、解析協会やケンブリッジの数学の改革者の活動の背景において、重要で共通な要素だったように見える。

このことから解析協会の活動は、単に解析学の英国への導入だけにとどまらなかったものと考えられる。

#### 4 バベッジと解析協会

バベッジは解析協会の中心人物として盛んな活動を行った。前節で述べたように『解析協会論文集』における序文や論文を執筆するほか、ラクロアの『初等微分積分学』の翻訳でも大きな役割を演じている。

エンロスによれば、これらの活動の他にバベッジの解析協会への貢献として、次の論文があげられている(この他無題の2編がある)\*33。

論文名
"Solutions of Problems requiring the Applications on Mixed Differences"
"Memoir on the Summation of Certain Series of Sines Cosines &CC"
"Memoir on the Properties of Certain Functions"
"Remarks on Interpolations"

表 4.1 解析協会時代におけるバベッジの数学関係の論文

これらの論文の主なテーマは、関数方程式、三角関数、級数及び記号法であり、それまでのバベッジの関心と今後のバベッジの活動が詳細に表現されていると言えるものである。例えば、最初の"Solutions of Problems requiring the Applications on Mixed Differences"では、関数方程式の解が要求される曲線についての2つの問題から成っており、続く"Memoir on the Summation of Certain Series of Sines Cosines &CC"でバベッジは、ある三角関数の公式を操作して、対数そして導関数を用いることによって三角関数の公式から級数

\*30 Dubbey, *op. cit.*, pp.48-9

\*31 Ch. Babbage, J. Hershel, G. Peacock, "Examples of the Solutions of Functional Equations", *A Collection of Examples of the Applications of the Differential and Integral Calculus* (Cambridge: J. Deighton and Sons, 1820)

\*32 Enros, *op. cit.*, p.210

\*33 Enros, *op. cit.*, pp.122-3, pp.137-43

が得られた時、その級数のいくつかの変数に代入することにより奇妙な結果が得られることを発見したものであるとエンロスは説明した後、バベッジの数学の特徴を「これらのバベッジの数学からの例は、彼が対象としていた問題や方法のいくつかを示している。それらはまた、彼の行っていたことの非常に操作的な特徴を示している」と述べている<sup>\*34</sup>。

1814年にケンブリッジ大学を卒業してからもバベッジは盛んに論文を発表していたが、その主な関心は関数の解析 (Calculus of Functions) である。この「関数の解析」については、ダビーが「関数の解析は疑いなくバベッジの主要な発明である。私たちが見るであろうその主題は、ほぼその起源からバベッジによって採りあげられ、一連の巧妙な一般化によって発展された。現代数学においてさえほとんど探求されてはいない可能性をもっている。」と述べている<sup>\*35</sup>。確かに物理学と密接な関連にある微分方程式と比較すれば、バベッジが取り組んだ「関数の解析」である関数方程式は目立たない分野となっている。

ところで、バベッジの論文のうち題名に Calculus of Functions を掲げたものは次の5つである。

論文名	発表年
An essay towards the calculus of functions, Part I	1815
An essay towards the calculus of functions, Part II	1816
Observations on the analogy which subsists between the calculus of functions and other branches of analysis	1817
Solutions of some problem by means of the calculus of functions	1817
Observation on the notation employed in the calculus of functions	1822

表 4.2 Calculus of Functions を対象としたバベッジの論文

このうち、An essay towards the calculus of functions, Part I (1815)<sup>\*36</sup> を採りあげてみる。この論文の内容は関数方程式についての問題集であるが、その問題 1 では次のような関数方程式を論じている

次の関数方程式の一般解を求めよ。1つの特殊解は与えられていると仮定する。

$$\psi x = \psi \alpha x$$

その解答については、ダビーによれば次のようになる<sup>\*37</sup>。

この方程式の特殊解を  $f$  とすると、 $f x = f \alpha x$  となる。もし、 $\phi$  が任意の関数であるなら、 $\phi f x = \phi \alpha x$  となって、 $\psi = \phi f$  が一般解である。例えば、 $\alpha x = -x$  とすれば、方程式は  $\psi(x) = \psi(-x)$  となる。この解は  $f(x) = x^2$  である。そして  $\phi$  はどのような関数でも良いから、一般解は  $\phi(x^2)$  となる。

そして、バベッジにはこのような解析学及び記号法への関心の延長として、未定稿である *Philosophy of Analysis* があるとダビーは指摘している<sup>\*38</sup>。一方エンロスは、この *Philosophy of Analysis* について、「これらの論考はバベッジの解析学への見解の宣言と同様にバベッジの思考において発見の哲学の重要性の表明を

<sup>\*34</sup> Enros, *op. cit.*, pp.122-7

<sup>\*35</sup> Dubbey, *op. cit.*, p.51

<sup>\*36</sup> Ch. Babbage, "An essay towards the calculus of functions, Part I", *Philosophical Transactions*, Vol.105, 1815, p.389-423

<sup>\*37</sup> Dubbey, *op. cit.*, pp.54-5

<sup>\*38</sup> Dubbey, *op. cit.*, pp.93-4

表現している」と述べている。この両者の意見から、*Philosophy of Analysis* は非常に重要な文献であり、バベッジの解析学について論じる場合には、不可欠な文献と言えるものと考えることができる。

## 5 英国における解析学の受容

前節で述べた解析協会の活動の結果、英国でも大陸の微積分学が定着したとされているが<sup>\*39</sup>、エンロスによれば、この解析協会の運動も一時のものであり、ほとんど影響を与えなかったとしている<sup>\*40</sup>。しかし、すぐには影響を与えなかったものの漸次影響を与えていったのは事実である。例えば、ピーコックが1817年に Senate House Examination の試験官になった際に、試験に大陸式記号法を導入したことも証拠の一つである。そして、ピーコック以外にも解析協会のメンバーとしてもう1人ヘンリー・ウィルキンソン (Henry Wilkinson) が、1820年に Senate House Examination の試験官になり、その年の学内試験では大陸式記号法が完全に導入され、以前からの流率法やドットを用いた記号は完全に追放されたとダビーは述べている<sup>\*41</sup>。

実際にどのような問題が出題されたのか、次に Senate House Examination の出題例を示しておこう<sup>\*42</sup>。

・ニュートンの記号法による出題 (1816年)

Find fluents of (導関数を求めよ)

$$\frac{(a+bx)d\dot{x}}{x^3+1}$$

・大陸式記号法による出題 (ピーコックによる出題、1817年)

Integrate the difference equations (微分方程式を解け)

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{m}{(a-y)^2}$$

このようなピーコックたちの努力により卒業試験に大陸数学の記号法の導入されたことは、当然大学における教科書にも影響を与えることとなった。その後ピーコックは、*A Treatise of Algebra* (1830) のような解析学の教科書を執筆することになり、これらの教科書により1830年代後半から1840年代前半にかけて解析学は浸透していったと考えるのが妥当である。

その解析学の教科書の変遷は、表 6.2 のようになっている<sup>\*43</sup>。

著者	発行年	題名
Henry Parr Hamilton	1826	<i>The Principle of Analytical Geometry</i>
George Peacock	1830	<i>Treatise on Algebra</i>
Thomas Grainger Hall	1834	<i>An Elementary Treatise on Differential and Integral Calculus</i>
John Hymers	1837	<i>A Treatise on Conic Sections and Application on Algebra to Geometry</i>
Matthew O' brien	1842	<i>An Elementary Treatise on Differential Calculus</i>
William Walton	1846	<i>A Treatise on the Differential Calculus</i>

表 5.1 解析学の教科書の変遷

\*39 例えば、新戸、前掲書、p.54

\*40 P. C. Enros, "The Analytical Society (1812-1813): Precursor of the Renewal of Cambridge Mathematics", *Historia Mathematica*, Vol.10, 1983, pp.40-2

\*41 Dubby, *op. cit.*, p.47

\*42 Dubbey, *op. cit.*, pp.38-43

\*43 H. W. Becher, "William Whewell and Cambridge Mathematics", *Historia Mathematica*, 11, 1981, pp.19-23

これらの教科書による教育の結果として、ストークス (George G. Stokes) のような有能な数学者を生み出したとベッカーは指摘している\*44。英国における解析学導入の歴史は、ウッドハウスの著作 *Principles of Analytical Calculation* (1803) から解析協会の活動を経て、これらの教科書に至るまでに 30 年以上が経過していたのである。

## 6 まとめ

第 2 節で述べたように 18 世紀英国数学は大陸数学に比して遅れている状況にあった。それはニュートンによる流率法の影響が余りに強かったのが大きな原因の一つである。ケンブリッジ大学においてもその例外ではなかった。そのような中で、大陸数学を導入しなければならないと考える人がいたことも既に述べたとおりである。この文脈の中でバベッジ、ハーシェル、ピーコックらが中心となって設立された解析協会が位置づけられる。

英国における解析学の受容について、従来の視点では解析協会の影響が強調されているが、実際にはもっと長い期間にわたる歴史的な流れの中で見ていく必要があると考える。もちろん解析協会の活動はそのような歴史の流れの中での最も重要な一つの事件である。

先行研究であるエンロスの主張では、解析協会は何の影響も与えなかったとあるが、エンロスが結論部分で付け加えて述べているように「解析協会のメンバーの数学の業績にとって触媒の役割を果たしたこと、メンバーの幾人かが数年後にケンブリッジにおける数学の復活運動を創始した\*45」と間接的には非常に影響があったと考えるのが妥当であり、より自然である。ただ、バベッジやハーシェルらが用いた方法は、いささか性急すぎたと考えられる。ニュートンの流率法が根強く浸透している時代にあつては、急激な改革はまず考えられなかったと言って良い。

そしてもう一つの大きな原因である紳士教育としての数学の位置付けであるが、これらの問題の根底には英国において「科学の制度化」が進んでいなかったことが大きな要因であると考えられる。既に述べたように大陸諸国特にフランスにおいては科学者は十分な処遇を受けていたのに比し、英国のそれは全く異なったものであった。すなわち、エンロスも指摘しているようにバベッジたちは大陸数学を導入することによりその制度も改革しようという意図もあったと考えられる。この延長上にバベッジの『英国における科学の衰退\*46』があると考えることも可能であり、解析協会の活動は徐々にではあったが英国の科学に影響を与えていったのである。

今後の課題としては、バベッジの解析協会の活動の延長上にある *Philosophy of Analysis* について、その内容や意義について考えてみたい。あわせて、英国における解析学の受容について非常に重要な役割を演じているピーコックやヒューエルについての評価について掘り下げてみたいと考えている。

\*44 Becher, *Ibid.*, p.23

\*45 P. C. Enros, *Analytical Society: Mathematics at Cambridge University in Early Nineteenth Century* (Toronto: Univ. of Toronto, 1979), p.259

\*46 Ch. Babbage, *Reflections on the Decline of Science in England, and on Some of its Causes* (London: B.Fellowes, 1830)

## 参考文献

- [1] 佐々木力,『科学革命の歴史構造』,岩波書店,1985,講談社学術文庫,1995
- [2] 新戸雅章,『バベッジのコンピュータ』,筑摩書房,1996
- [3] 武隈良一,『数学史』,培風館,1959
- [4] 三浦伸夫,「カーライルと数学—19世紀初頭のスコットランド数学の状況—」,『国際文化学研究』18号,神戸大学国際文化学部,2002,pp.93-125
- [5] カッツ, V. J.,『数学の歴史』,上野健爾・三浦伸夫監訳,共立出版,2005
- [6] ボタチーニ, U.,『解析学の歴史 オイラーからワイアストラスへ』,好田順治訳,現代数学社,1990
- [7] Babbage, Ch., with J. F. W. Herschel, "Preface", *Memoirs of the Analytical Society* (Cambridge, 1813), i-xxii,
- [8] Babbage, Ch., *Reflections on the Decline of Science in England, and on Some of its Causes* (London: B.Fellowes, 1830)
- [9] Babbage, Ch., *Passage from the Life of Philosopher* (London: Longman,1864), (London: William Pickering, 1994)
- [10] Babbage, Ch., *The Works of Charles Babbage Vol.1*, (London: William Pickering, 1989)
- [11] Becher, H. W., "Woodhouse, Babbage, Peacock, and Modern Algebra", *Historia Mathematica*, 7, 1980, pp.389-400
- [12] Becher, H. W., "William Whewell and Cambridge Mathematics", *Historia Mathematica*, 11, 1981, pp.1-48
- [13] Dubbey, J. M., "Babbage, Peacock and Modern Algebra", *Historia Mathematica*, Vol.4, 1977, pp.295-302
- [14] Dubbey, J. M., *The Mathematical Works of Charles Babbage*, (Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1978), (Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2004)
- [15] Enros, P. C., *The Analytical Society: Mathematics at Cambridge University in the Early Nineteenth Century* (Toronto: University of Toronto, 1979)
- [16] Enros, P. C., "The Analytical Society (1812-1813): Precursor of the Renewal of Cambridge Mathematics", *Historia Mathematica*, Vol.10, 1983, pp.24-47
- [17] Enros, P. C., "Cambridge University and the Adoption of Analytics in Early Nineteenth-Century England", *Social History of Nineteenth Century Mathematics* (Boston: Birkhauser, 1981), pp.135-47
- [18] Hyman, A., *Charles Babbage: Pioneer of the Computer* (Oxford: Oxford Univ.Press, 1982), (Princeton: Princeton Univ. Press, 1982)
- [19] Moseley, M., *Irascible Genius A Life of Charles Babbage, Inventor* (London: Hutchnson, 1964)